
"Zbornik radova", Sveska 39, 2003.

DOPRINOS ORGANSKE MATERIJE AKUMULIRANE PRE CVETANJA PRINOSU ZRNA I SADRŽAJU AZOTA U ZRNU JAROG JEČMA

Pržulj, N., Momčilović, Vojislava, Đurić, Veselinka¹

IZVOD

Ugljeni hidrati i azot (N) neophodni za naliivanje zrna ječma (*Hordeum vulgare* L.) mogu voditi poreklo od tekuće fotosinteze ili od translociranih, pre cvetanja akumuliranih rezervnih materija u vegetativnim delovima biljke. U radu je prikazan značaj suve materije (SM) i N akumuliranog do cvetanja na prinos i sadržaj N u zrnu u osam sorti jarog ječma tokom tri godine ispitivanja (1995-1997) pri gajenju na dva nivoa ishrane azotom- niski N i visoki N. Akumulirana masa SM do cvetanja predstavljala je 44%, 33% i 31% ukupne nadzemne SM u zrenju u 1995, 1996. i 1997. godini. Translokacija SM u zrno odvijala se samo u povoljnim ekološkim uslovima proizvodnje. Ispitivane sorte nisu se razlikovale u masi akumulirane SM u cvetanju, zrenju i prinosu zrna. Od ukupnog N utvrđenog u zrenju do cvetanja je akumulirano 92% kod niskog i 138% kod visokog nivoa N u 1995. godini, 68% kod niskog i 75% kod visokog nivoa N u 1996. godini i 51% kod niskog i 54% kod visokog nivoa N u 1997. godini. Zavisno od godine i nivoa N, translocirani N je predstavljao 34-171% N utvrđenog u zrnu kod žetve. Gubitak N iz biljaka se javio u uslovima kada je u fazi cvetanja ukupni N u nadzemnom delu useva iznosio preko 150kg ha⁻¹. Selekcija genotipova veće sposobnosti iskorišćavanja do cvetanja akumulirane SM i N ili genotipova sa efikasnijom akumulacijom SM i N tokom naliivanja zrna predstavljaju dva načina oplemenjivanja jarog ječma za semiaridne uslove proizvodnje. Gajenje ovakvih genotipova može doprineti smanjenju upotrebe N u proizvodnji, očuvanju životne sredine i proizvodnji zdravstveno bezbedne hrane.

KLJUČNE REČI: akumulacija, azot, jari ječam (*Hordeum vulgare* ssp. *distichum* L.), suva materija, translokacija.

1 Prof. dr Novo Pržulj, naučni savetnik, Vojislava Momčilović, dip. biolog, dr Veselinka Đurić, naučni saradnik, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

Uvod

Asimilati neophodni za rast zrna ječma (*Hordeum vulgare* L.) mogu poticati od fotosinteze koja se odvija tokom nalivanja zrna ili od rezervnih materija vegetativnih delova biljke (Austin et al., 1980; Van Sanford and MacKown, 1987). Akumulacija rezervnih materija do cvetanja i njihova mobilizacija i korišćenje tokom nalivanja zrna značajna je jer može ublažiti redukciju prinosa zrna do koje dolazi u nepovoljnim uslovima za fotosintezu tokom perioda nalivanja zrna (Austin et al., 1980; Gaunt and Wright, 1992; Blum et al., 1994; Blum, 1998). Iz tog razloga važno je poznavati u kojem obimu materije akumulirane pre cvetanja doprinose prinosu zrna i sadržaju azota (N) u zrnu jarog ječma. Ova problematika ima posebnu važnost u proizvodnim područjima gde su abiotički (visoke temperature, suša) i biotički (bolesti) činioci nepovoljni tokom formiranja i nalivanja zrna.

U optimalnim uslovima za razviće i rast biljke tokom vegetativnog perioda akumulacija suve materije (SM) je visoka (Blum, 1998). Utvrđeno je da u uslovima suše tokom perioda nalivanja zrna 75% prinosa ječma (Gallagher et al., 1975), odnosno 57% prinosa pšenice (Gallagher et al., 1976) vodi poreklo od asimilata akumuliranih do cvetanja i translociranih tokom nalivanja zrna. Tokom perioda nalivanja zrna ječma ili pšenice stablo može izgubiti do 50% svoje mase, pre svega rastvorljive ugljene hidrate.

Akumulirani N do cvetanja u vegetativnim delovima, koji može biti iskorišćen tokom nalivanja zrna, nalazi se u formi proteina i aminokiselina (Schnyder, 1993). Usvajanje N tokom vegetativne faze zavisi od količine vode u zemljištu (Clarke et al., 1990), prisutnih nitrata (Cox et al., 1985; Papakosta and Gagianas, 1991), zahteva genotipa, efikasnosti iskorišćavanja N i drugih endogenih i egzogenih činilaca. Sadržaj N u vegetativnim nadzemnim delovima obično dostiže svoj maksimum u fazi cvetanja, u slučajevima kasnije primene N đubriva čak i posle cvetanja (Spiertz and Ellen, 1978; Clarke et al., 1990; Heitholt et al., 1990). Međutim, biljke nastavljaju asimilaciju N tokom nalivanja zrna (Austin et al., 1977; Cox et al., 1985). Kod ječma 10-100% N zrna usvojeno je do cvetanja i translocirano tokom nalivanja zrna (Carreck and Christian, 1991; Bulman and Smith, 1994).

Pored značaja za cenu proizvodnje, efikasnost iskorišćavanja N značajna je u očuvanju životne sredine, s obzirom na visoku pokretljivost N i potencijalno kontaminiranje površinskih i podzemnih voda. Sorte ječma, kao i ostalih gajenih vrsta treba da poseduju mogućnost efikasnog usvajanja N u cilju smanjenja rezidualnog N u zemljištu nakon žetve.

Cilj ovog istraživanja bio je utvrđivanje doprinosa akumulirane organske materije do cvetanja u prinosu zrna i sadržaju N u zrnu jarog dvoredog ječma.

Materijal i metod rada

Metodika poljskih ogleda, laboratorijskih analiza i statistička obrada data je u ranijim radovima (Pržulj i Momčilović, 2001a; 2001b). Ukratko, proučavana je

akumulacija SM i N do cvetanja i njihova translokacija i participacija u prinosu kod osam sorti jarog dvoredog ječma u tri vegetacione sezone (1995-1997). Četiri sorte vode poreklo iz semiaridnih (Pek i Jelen - Jugoslavija, Schooner i Cantala Australija) a četiri iz umereno humidnih područja (KM.184 i Orbit - Češka, Triumph i Gimpel - Nemačka). Trogodišnji ogledi su postavljeni po kompletno randomiziranom sistemu uz primenu dva nivoa ishrane N; niski nivo N gde nije vršena prihrana i visoki nivo N gde je obavljena prihrana sa 50kg ha⁻¹ N u fazi bokorenja (Zadoks GS 23). Pri osnovnoj obradi zemljišta u jesen dubrenje je obavljeno sa po 45kg ha⁻¹ N, P₂O₅ i K₂O.

U fazi cvetanja (Zadoks GS 65) i pune zrelosti uzeti su uzorci iz svakog ponavljanja od po pet biljaka bez korena, razdvojeni u dve komponente u cvetanju (list+stabljika, klas) i tri komponente u fazi zrelosti (list+stabljika, pleva, zrno) i sušeni na 70°C tokom 48 časova. Sadržaj N je određen po Kjeldahl metodi. U radu su analizirane sledeće osobine i parametri:

1. Akumulacija nadzemne SM do cvetanja (list+stabljika+klas) (kg ha⁻¹)
2. Translokacija SM (kg ha⁻¹) = ukupna nadzemna masa SM u cvetanju - vegetativna masa SM u zrenju
3. Doprinos akumuliranih asimilata do cvetanja prinosu zrna (%) = translocirana masa SM/prinos zrna x 100% (Papakosta and Gagianas, 1991)
4. Akumulacija N do cvetanja (kg ha⁻¹)
5. Translokacija N akumuliranog do cvetanja u zrno (TN) (kg ha⁻¹) = ukupni nadzemni N u cvetanju - vegetativni N u zrenju (Cox et al., 1986)
6. Proporcija translociranog vegetativnog N u zrno:

Efikasnost translokacije N (ETN) = translocirani N/vegetativni N u cvetanju

Pri određivanju parametara translokacije N pošlo se od pretpostavke da su svi gubici N iz vegetativnih delova od cvetanju do zrenja translocirani u zrno tokom njegovog nalivanja. Takođe se pošlo od pretpostavke da je gubitak N usled opadanja suvih listova u zrenju bio jednak nuli i da koren nije imao uticaja na akumulaciju i translokaciju N.

Za obradu podataka korišćen je mešoviti model ANOVA, gde je sorta predstavljala fiksni a godina random faktor (Zar, 1996).

Analiza vremenskih uslova tokom rasta i razvika jarog ječma u ispitivanim godinama data je u ranijem radu (Pržulj i Momčilović, 2001a).

Rezultati ispitivanja i diskusija

Usled različitog ranga sorti u akumuliranoj masi SM, sadržaju N, parametrima kojima je predstavljen sadržaj i translokacija SM i N i značajne interakcije sorta x godina, podaci su prikazani za svaku godinu posebno.

Akumulacija i translokacija organske materije. Iz trofaktorijalne ANOVE (podaci nisu prikazani) utvrđeno je da godina kao glavni faktor i u interakciji sa sortom i nivoom N značajno utiče na variranje mase SM u cvetanju i zrenju. Nivo N

i sorta nisu uticali na masu SM u cvetanju i zrenju, dok je uticaj na masu SM list+stabljika u zrenju bio značajan.

Najveća masa vegetativne SM u cvetanju akumulirana je u 1995, a najmanja u 1996. godini (Tab.1). Utvrđene numeričke razlike između sorti i nivoa N nisu bila značajne, dok je utvrđena značajna NxG interakcija u sve tri godine ispitivanja. Sorta KM.184 imala je najveći sadržaj mase SM list+stabljika u 1995; preko 10t ha⁻¹, dok su ostale ispitivane sorte akumulirale između 5,4 i 8,4t ha⁻¹. Interakciji NxG je pripadao najveći deo variranja za ovu osobinu. Međutim, prinos zrna 1995. godine, kada je bilo dovoljno vlage, bio je 32% veći pri niskom nego visokom nivou N. Ova pojava može biti objašnjena disharmonijom između porasta biljke u vegetativnoj fazi i održavanja biljke i razvoja zrna u generativnoj fazi. Kada proizvodni uslovi (pristupačna voda, visok nivo N, smanjena insolacija, itd.) u vegetativnoj fazi podstiču rast velike vegetativne mase a generativna faza protiče u nepovoljnim uslovima, većina asimilata će biti iskorišćena za održavanje vegetativne mase, umesto da budu translocirani u zrno. Bez obzira na nivo N, u nepovoljnim uslovima tokom vegetativne faze manje od 50% ukupne SM utvrđene u zrenju akumulirano je do cvetanja. U nepovoljnoj 1996. godini masa SM list+stabljika u cvetanju bila je za više od dva puta manja nego u povoljnoj 1995. godini. Iako su kasne sorte u odnosu na rane akumulirale više SM te razlike nisu bile značajne (Tab.1). Značaj sorte u akumulaciji SM u 1996. potvrđen je i analizom varijanse, koja je pokazala da je 40,4% variranja bilo pod uticajem sorte. U 1997. godini kasne sorte su akumulirale do cvetanja 63% više SM u list+stabljika nego rane sorte.

Akumulirana SM do cvetanja može biti upotrebljena za nalivanje zrna i bez promene mase vegetativnih delova biljke. Na taj način, kod sorti koje imaju negativne vrednosti translokacije SM, odnosno kod sorti gde je došlo do povećanja vegetativne mase tokom nalivanja zrna takođe postoji mogućnost translokacije do cvetanja akumulirane mase u zrno.

Udeo mase klasa u ukupnoj nadzemnoj vegetativnoj masi u vreme cvetanja kretao se od 10.9% u 1995. godini kod visokog nivoa N do 19.0% u 1997. godini kod niskog nivoa N (Tab.1). Variranje u masi SM klasa u vreme cvetanja u 1995. godini bilo je pod uticajem sorte i nivoa N po 15%, dok u 1996. ovi faktori pojedinačno nisu bili značajni. U 1997. godini više od polovine ukupnog variranja bilo je pod uticajem sorte, mada nije bilo statističke značajnosti zbog visoke sume sredine kvadrata interakcije GxN. Masa vegetativne SM u zrenju bila je niža u odnosu na odgovarajuću masu u cvetanju jedino u 1995. godini; 5% kod niskog i 42% kod visokog nivoa N. Najveći iznos translocirane SM bio je kod sorti Schooner (5728kg ha⁻¹) i KM.184 (3775kg ha⁻¹) (Tab.1 i 2). Potencijalni doprinos do cvetanja sintetizovanih asimilata prinosu zrna kretao se od 3% kod sorte Pek do 363% kod sorte KM.184 (Tab.1 i 2). U druge dve godine ispitivanja, asimilati neophodni za formiranje zrna u potpunosti su obezbeđivani iz tekuće fotosinteze tokom nalivanja zrna. Nije utvrđena pravilnost u povećanju SM posle cvetanja u odnosu na dužinu vegetativnog perioda. U povoljnoj 1995. godini, kada voda i N

nisu predstavljali ograničavajući faktor, prinos zrna je u najvećoj meri (44,4%) bio određen genotipom, a u 1996. godini uticaj N u ukupnom variranju bio je ravan nuli.

Tab. 1. Uticaj sorte i nivoa N na sadržaj suve materije u list+stabljika i klasu u fazi cvetanja kod osam sorti jarog ječma u tri godine (1995-1997)

Tab. 1. Main effects of cultivar and N level on leaf+culm and chaff dry matter content at anthesis in eight spring barley cultivars in three years (1995-1997)

Sorta Cultivar	List+stabljika Leaf+culm			Klas Chaff		
	95	96	97	95	96	97
	kg ha ⁻¹			kg ha ⁻¹		
Pek	6552	2199	4271	921	714	1113
Jelen	7171	1851	4433	1024	472	845
Schooner	8379	1985	2598	1601	515	755
Cantala	7087	2139	3223	1095	461	1097
KM.184	10087	3086	5602	845	634	982
Orbit	7053	4419	6483	1369	429	1157
Triumph	7973	3454	6387	1229	521	1882
Gimpel	5367	4987	5242	963	564	571
Nivo N / Level						
Nizak N / Low	6713	2996	4212	1255	509	989
Visok N / High	8204	3034	5348	1007	569	1111
Značajnost komponenti varijanse / Importance of variance components						
Nivo N (N) / Level	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sorta (G) / Cultivar	ns	ns	ns	ns	ns	ns
NxG	**	**	**	**	**	**
Udeo komponenti varijanse (%) / Percentage of variance components						
Nivo N (N) / Level	10,4	0,0	11,1	14,7	0,0	0,0
Sorta (G) / Cultivar	0,0	40,4	27,6	15,9	0,0	52,1
NxG	85,9	58,1	57,7	60,4	97,4	41,9
Greška / Error	3,7	1,5	3,6	9,0	2,6	6,0

** Značajno na nivo /Important for level P=0,01; ns, nema značajnosti / no importance

Mobilizacija SM akumulirane do cvetanja u vegetativnim delovima počinje tokom perioda najintenzivnijeg naliivanja zrna (K chbauchand Thome, 1989: Bell and Incoll, 1990). Ranija mobilizacija SM, tj. u cvetanju, može se desiti u uslovima smanjene fotosinteze ili kao reakcija na stres usled deficita vode (K chbauchand Thome, 1989). Austin et al. (1977) su utvrdili da se 73% organske mase vegetativnih delova biljke koristi u naliivanju zrna. Gubici usled respiracije (Rawson and Evans, 1971) i opadanja izumrljih listova (Bidinger et al., 1977) predstavljaju preostalih 27%. Neke sorte, posebno u 1995. godini kod visokog

nivoa N imale su smanjenje mase vegetativne SM od cvetanja do zrenja u većem iznosu nego što je bio prinos zrna, tj. značajna masa vegetativne SM upotrebljena je za druge akceptore a ne za zrno.

Tab. 2. Uticaj sorte i nivoa N na sadržaj SM u list+stabljika, plevi i zrnu u zrenju i translokaciju SM kod osam sorti jarog ječma u tri godine (1995-1997)

Tab. 2. Main effects of cultivar and N level on leaf+culm, chaff, and grain DM content at maturity and DM translocation in eight spring barley cultivars in three years (1995-1997)

Sorta Cultivar	List+stabljika Leaf+culm			Pleva Chaff			Zrno Grain			Translocirana SM Translocated DM		
	95	96	97	95	96	97	95	96	97	95	96	97
	kg ha ⁻¹			kg ha ⁻¹			kg ha ⁻¹			kg ha ⁻¹		
Pek	6083	2526	5365	1498	533	1378	6305	2326	5703	-108	-145	-1360
Jelen	5808	3305	4014	1359	525	893	5759	3718	4715	1028	-1507	371
Schooner	3405	2801	4087	847	675	1011	3721	3799	5049	5728	-976	-1745
Cantala	4121	2196	4481	1189	649	1195	4071	2421	6015	2871	-245	-1355
KM.184	5859	3681	3775	1299	793	921	2802	3112	4800	3775	-753	1888
Orbit	5463	4156	7664	1019	907	1842	5094	3179	8428	1941	-215	-1866
Triumph	5984	5124	7552	981	1054	1571	4560	3689	6661	2237	-2203	-854
Gimpel	7805	3519	7947	981	781	1559	6315	2918	6937	-2455	1251	-3693
LSD _{0,05}		299			47							
Nivo N / Level												
Nizak N Low	6378	3463	5643	1328	715	1105	5901	3290	5430	262	-647	-1547
Visok N High	4753	3363	5578	965	764	1488	3756	3026	6646	3492	-524	-607
Značajnost komponenti varijanse / Importance of variance components												
Nivo N (N) Level	ns	ns	ns	**	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns
Sorta (G) Cultivar	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
NxG	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Udeo komponenti varijanse (%) / Percentage of variance components												
Nivo N (N) Level	26,4	0,0	0,0	44,1	0,0	13,3	44,4	0,0	0,0	29,7	0,0	0,0
Sorta (G) Cultivar	17,6	61,3	39,6	22,4	63,3	0,0	15,6	26,1	0,0	16,5	0,0	14,9
NxG	52,3	32,9	54,1	25,9	32,9	73,4	36,6	64,6	97,3	51,1	96,2	76,2
Greška Error	3,7	5,8	6,3	7,6	3,8	13,3	3,4	9,3	2,7	2,7	3,8	8,9

*, ** Značajno na nivo /Important for level P=0,05 i P=0,01; ns, nema značajnosti/ no importance

Wardlaw and Porter (1967) su ustanovili da asimilati za porast zrna kod strnih žita u najvećem iznosu potiču od fotosinteze tokom nalivanja zrna i da rezervne materije akumulirane do cvetanja u maloj meri, 5-10%, utiču u izgradnji prinosa zrna. Stoy (1965) je ustanovio da uloga rezervi stabljike može biti važna u uslovima jakog stresa tokom rasta zrna i kod sorti adaptiranih na kratku sezonu. Ova tvrdnja može biti prihvaćena pod uslovom da su biljke formirale veliku vegetativnu masu tokom vegetativnog perioda. Međutim, ako su proizvodni uslovi nepovoljni tokom vegetativnog perioda i ne formira se potrebna vegetativna masa, kao što je bilo u 1996. godini, akumulacija SM tokom perioda nalivanja zrna ima veći značaj. U 1996. godini pojedini faktori imali su različit značaj u formiranju mase vegetativnih delova biljke; akumulacija SM list+stabljika u periodu do cvetanja bila je pod najjačim uticajem interakcije NxG, dok je u zrenju masa SM vegetativnih delova bila pod najvećim uticajem sorte. Ovo pokazuje da postoje značajne sortne razlike u translokaciji SM. Sorte sa većim doprinosom vegetativnih rezervi prinosu zrna imaju niže prinose, mada je koeficijent korelacije između translociranih rezervi SM i prinosa zrna bio značajan ($P < 0.01$). Međutim, koeficijent determinacije (R^2) imao je vrednost samo 0,21 što znači da se vrednosti translokacije rezervi SM ne mogu pouzdano koristiti u prognoziranju prinosa zrna. Bidinger et al. (1977) su ustanovili da je veći doprinos rezervi vegetativnih delova prinosu zrna u sušnim uslovima u korelaciji sa niskim prinosem i ne mora biti povezan sa većim korišćenjem rezervi u nalivanju zrna.

Akumulacija i translokacija N. Na osnovu analize trofaktorijskog oglada utvrđeno je da nivo N i sorta kao glavni faktori nisu imali značajnog uticaja na sadržaj N u cvetanju. Efekat godine je bio značajan za sve parametre akumulacije i translokacije N.

Najveća količina N u cvetanju akumulirana je u povoljnoj 1995. godini pri visokoj obezbeđenosti N (Tab.3). U nepovoljnim uslovima tokom vegetativnog razvoja usled smanjenog usvajanja zemljišnog N, nivo primenjenog N nije imao uticaja na njegovu akumulaciju. U nepovoljnoj 1996. i prosečnoj 1997. godini kasne sorte su akumulirale više N do cvetanja, mada te razlike nisu bile značajne. Sadržaj N u klasu u fazi cvetanja bio je sličan sadržaju u ostalim vegetativnim delovima (Tab.3). Akumulirani N tokom vegetativnog razvoja u 1995. godini predstavljao je 92% ukupnog azota u zrenju kod niskog, a 138% kod visokog nivoa N. Od ukupnog N u nadzemnom delu biljke utvrđenog u zrenju u 1996. godini do cvetanja je akumulirano 68% kod niskog i 76% kod visokog nivoa N, dok su te vrednosti u 1997. godini iznosile 51% i 54%. Akumulacija N do cvetanja bila je u pozitivnoj korelaciji sa akumulacijom SM; koeficijent determinacije je iznosio 0,86. Visoka korelacija između ovih osobina utvrđena je i u ranijim istraživanjima (Pržulj and Momčilović, 2001b).

Odnos između sadržaja N u cvetanju prema sadržaju N u zrnu u 1995. godini bio je 1,56 kod niskog i 2,52 kod visokog nivoa N, u 1996. godini 0,97 i 1,10 i u 1997. godini 0,69 i 0,74 (Tab. 3). U povoljnim uslovima tokom vegetativnog

porasta do cvetanja akumulirana je znatno veća količina N nego što je iznesena prinosom zrna. U nepovoljnim uslovima odnos vegetativnog N u cvetanju i N zrna iznosio je oko 1; akumulirana je mala količina N do cvetanja ali je i prinosom zrna takođe iznesena mala količina N.

Tab. 3. Uticaj sorte i nivoa N na sadržaj N u cvetanju i zrenju u list+stabljika, plevi i zrnu kod osam sorti jarog ječma u tri godine (1995-1997)

Tab. 3. Main effects of cultivar and N level on leaf+culm, chaff, and grain N content at anthesis and maturity in eight spring barley cultivars in three years (1995-1997)

Sorta Cultivar	Cvetanje/Anthesis						Zrelost/Maturity								
	List+stabljika Leaf+culm			Klas Chaff			List+stabljika Leaf+culm			Pleva Chaff			Zrno Grain		
	95	96	97	95	96	97	95	96	97	95	96	97	95	96	97
	kg ha ⁻¹			kg ha ⁻¹			kg ha ⁻¹			kg ha ⁻¹			kg ha ⁻¹		
Pek	145	45	66	15	13	17	61	19	38	14	4	8	136	58	114
Jelen	174	44	69	18	8	12	61	30	26	15	3	7	116	77	90
Schooner	195	41	34	27	9	11	40	18	25	14	4	5	92	84	99
Cantala	185	48	46	19	8	15	51	13	27	13	4	7	85	56	125
KM.184	280	66	82	16	11	15	86	33	22	16	6	5	57	82	92
Orbit	185	93	91	25	7	16	61	34	42	11	7	9	107	76	182
Triumph	205	89	90	22	9	33	73	43	52	12	9	12	98	87	135
Gimpel	127	103	102	17	9	8	86	28	56	13	5	11	138	70	144
LSD _{0,05}						2		4			0.7				
Nivo N / Level															
Nizak N Low	163	65	57	21	9	14	69	28	30	14	5	6	118	76	103
Visok N High	208	68	88	19	10	17	61	27	41	13	5	10	90	71	142
Značajnost komponenti varijanse / Importance of variance components															
Nivo N (N) Level	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns
Sorta (G) Cultivar	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
NxG	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Udeo komponenti varijanse (%) / Percentage of variance components															
Nivo N (N) Level	15,3	0,0	31,6	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	14,2	2,9	0,0	39,0	23,1	0,0	15,5
Sorta (G) Cultivar	14,2	40,4	16,9	6,5	0,0	72,3	19,0	71,3	32,7	0,0	62,3	12,0	32,1	38,5	0,0
NxG	67,5	57,2	47,5	80,6	80,6	19,6	74,7	19,5	43,7	73,3	31,8	38,0	39,2	46,2	81,8
Greška Error	3,0	2,4	4,0	12,9	12,9	4,3	6,3	9,2	9,4	23,8	5,9	11,0	5,6	15,3	2,7

*, **, Značajno na nivo /Important for level P=0,05 i P=0,01; ns, nema značajnosti / no importance

Od cvetanja do zrenja došlo je do većeg smanjenja vegetativnog N nego SM, što znači da se vegetativni N mnogo više koristio za nalivanje zrna nego rezerve SM. U zrenju je u slami ostalo 39%, 43%, odnosno 50% od ukupne količine N akumuliranog do cvetanja u 1995, 1996. ili 1997. godini. U 1995. godini količina vegetativnog N u zrenju u najvećoj meri zavisila je od interakcije sorte i nivoa N u zemljištu, a u nepovoljnoj 1996. godini uglavnom od genotipa sorte. Ovaj podatak je veoma važan jer ukazuje na značaj genotipa sorte u translokaciji N. Drugim rečima, postoje sorte koje imaju sposobnost jače translokacije N iz vegetativnih delova u zrno, odnosno sorte koje će manje ostavljati N u slami. To potvrđuju i razlike između sorti u sadržaju N u slami prilikom žetve; kod sorte Cantala ostala je najmanja količina N u slami, a kod sorte Triumph najveća. Ukrštanjem sorti koje imaju visok sadržaj vegetativnog N u cvetanju sa sortama sa efikasnom translokacijom N, moguće je izdvojiti genotipove visoke efikasnosti korišćenja N. Ovu mogućnost posebno treba koristiti kod stočnog ječma, kod kojeg je poželjan što veći sadržaj N u zrnu. Translokacija vegetativnog N je bila veća kod većeg nivoa ishrane N, iako razlike nisu bile statistički značajne (Tab. 4). Pod pretpostavkom da je sav translocirani N iskorišćen za nalivanje zrna tada je translocirani N predstavljao 86%, 54% i 34% N zrna u 1995, 1996. i 1997. godini pri nižem nivou ishrane N. Pri višem nivou ishrane N translocirano je 171%, 65% i 39% N u ispitivanim godinama u odnosu na ukupni N u zrnu. Tačan iznos translociranog N koji je upotrebljen u nalivanju zrna teško je proceniti ukoliko se ne poznaju gubici N i uloga korena u bilansu N (Rroco and Mengel, 2000). U 1995. godini kod većeg nivoa N translocirani N je bio 71% veći u odnosu na zahteve zrna (Tab. 3 i 4) na osnovu čega se može zaključiti da je došlo do gubitka N tokom nalivanja zrna. Wetsellar and Farquhar (1980) i Papakosta and Gagianes (1991) takođe navode gubitke N u poljskim uslovima od cvetanja do zrenja. U našem istraživanju sorte Schooner, Cantala, KM.184, Orbit i Triumph su imale negativni N bilans u 1995. godini (Tab. 3. i 4), gde je količina translociranog N bila veća od kapaciteta akceptora asimilata. Papakosta i Gagianes (1991) navode da gubici N kod ozime pšenice prvenstveno zavise od sadržaja N u cvetanju, tj. kada je ukupni sadržaj N u nadzemnim vegetativnim delovima u cvetanju veći od 200kg ha⁻¹ neminovno dolazi do gubitaka N. Kod ječma dolazi do gubitaka N ukoliko je ukupni nadzemni vegetativni N veći od 150kg ha⁻¹. Do gubitka N tokom perioda nalivanja zrna dolazi usled volatalizacije i ispiranja mobilnih N komponenti sa površine biljke (Harper et al., 1987), ekoloških faktora (visoke temperature i niske vlažnosti vazduha tokom nalivanja zrna) (Denmead et al., 1976; Spiertz, 1977), kao i neadekvatne upotrebe azotnih đubriva (Papakosta and Gagianes, 1991).

Proporcija vegetativnog N u cvetanju koji se translocira tokom perioda nalivanja zrna predstavlja efikasnost translokacije N (ETN). Viši nivo N doveo je do povećanja ETN, mada to povećanje nije bilo statistički značajno (Tab. 4). Translokacija N i efikasnost translokacije su uglavnom bili pod kontrolom interakcije NxG, sa udelom ove komponente varijabilnosti od preko 70%. Najveću ETN su imale sorte Cantala i KM.184, a najmanju jugoslovenske i nemačke sorte. Translokacija N iz vegetativnih delova biljke u zrno je bila u pozitivnoj korelaciji sa SM i N u cvetanju (podaci nisu

prikazani). Kao što se i očekivalo iznos translociranog N iz vegetativnih delova je bio u pozitivnoj korelaciji sa efikasnošću translokacije SM, a negativnoj korelaciji sa akumuliranom SM i N tokom nalivanja zrna.

Tab. 4. Uticaj sorte i nivoa N na translokaciju N (NT) i efikasnost translokacije N (NTE) kod osam sorti jarog ječma u tri godine (1995-1997)

Tab. 4. Main effects of cultivar and N level on N translocation (NT) and N translocation efficiency (NTE) in eight spring barley cultivars in three years (1995-1997)

Sorta Cultivar	NT			NTE		
	95	96	97	95	96	97
	kg ha ⁻¹			kg ha ⁻¹		
Pek	85	36	38	0.44	0.61	0.43
Jelen	117	20	47	0.54	0.33	0.58
Schooner	168	28	15	0.75	0.48	0.32
Cantala	140	40	28	0.64	0.82	0.43
KM.184	195	38	70	0.66	0.50	0.72
Orbit	128	59	57	0.64	0.59	0.48
Triumph	142	47	59	0.62	0.44	0.46
Gimpel	46	80	43	0.30	0.67	0.39
Nivo N / Level						
Nizak N / Low	101	41	35	0.51	0.50	0.47
Visok N / High	154	46	55	0.64	0.59	0.49
Značajnost komponenti varijanse / Importance of variance components						
Nivo N (N) / Level	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sorta (G) / Cultivar	ns	ns	ns	ns	ns	ns
NxG	**	**	**	**	**	**
Udeo komponenti varijanse (%) / Percentage of variance components						
Nivo N (N) / Level	20.0	0.0		6.8	0.1	0.0
Sorta (G) / Cultivar	8.4	0.0		1.1	0.1	0.0
NxG	67.7	96.2		87.6	91.1	83.5
Greška / Error	3.9	3.8		4.5	8.7	16.5

**, * Značajno na nivou / Important for level P=0,05 i P=0,01; ns, nema značajnosti / no importance

Koncentracija N u cvetanju bila je niža pri nižem nego višem nivou N (Tab. 5). Uticaj nivoa N na koncentraciju vegetativnog N u cvetanju bio je statistički značajan u 1997. godini. U nepovoljnoj 1996. godini variranje u koncentraciji vegetativnog N u cvetanju bilo je uglavnom pod uticajem sorte. Razlike između sorti u koncentraciji N u cvetanju bile su izraženije u nepovoljnim nego povoljnim ekološkim uslovima. Koncentracija N u klasu u vreme cvetanja bila je pod uticajem sorte i interakcije NxG. Koncentracija N u vegetativnim delovima biljke smanjila se od cvetanja do zrenja za oko 50% u povoljnim i za oko dve trećine u nepovoljnim proizvodnim uslovima. Smanjenje koncentracije N od cvetanja do zrenja u vegetativnim delovima klasa je

bilo drugačije od promena koncentracije N u drugim vegetativnim delovima. Generalno, prosečne koncentracije N u klasu kod svih ispitivanih sorti i u svim godinama su bile manje od koncentracije N u list+stabljika.

Tab. 5. Uticaj sorte i nivoa N na koncentraciju N u cvetanju i zrenju u list+stabljika, plevi i zrnu kod osam sorti jarog ječam u tri godine (1995-1997)

Tab. 5. Main effects of cultivar and N level on leaf+culm, chaff, and grain N concentration at anthesis and maturity in eight spring barley cultivars in three years (1995-1997)

Sorta Cultivar	Cvetanje/Anthesis						Zrelost/Maturity								
	List+stabljika Leaf+culm			Klas Chaff			List+stabljika Leaf+culm			Pleva Chaff			Zrno Grain		
	95	96	97	95	96	97	95	96	97	95	96	97	95	96	97
	g kg ⁻¹			g kg ⁻¹			g kg ⁻¹			g kg ⁻¹			g kg ⁻¹		
Pek	22,1	20,8	15,3	16,6	18,1	15,1	10,0	7,3	7,0	9,8	6,6	5,2	21,7	24,9	20,0
Jelen	24,0	23,4	15,5	18,0	17,0	13,7	10,5	9,0	6,5	11,1	5,2	7,2	20,2	20,8	18,9
Schooner	23,2	20,9	13,0	17,2	17,0	14,2	13,2	6,3	6,2	17,1	5,4	4,9	26,1	22,1	19,5
Cantala	25,8	22,2	14,4	17,7	18,4	14,2	12,8	5,5	5,8	10,5	5,5	6,2	21,4	23,2	20,0
KM.184	27,7	21,5	14,7	18,3	17,8	14,8	14,7	8,9	6,1	13,1	7,8	5,4	22,6	25,4	19,1
Orbit	24,8	21,2	13,7	18,6	16,6	14,0	11,2	8,1	5,4	11,1	8,1	4,5	22,2	24,6	21,4
Triumph	25,8	25,8	14,3	17,6	17,8	17,9	12,4	8,5	7,3	12,1	8,2	8,1	20,0	24,0	21,2
Gimpel	24,3	20,7	18,5	18,0	16,6	14,6	11,1	8,1	6,8	13,0	6,3	6,6	22,6	24,2	20,5
LSD _{0,05}		1,3				0,5		0,6			0,4	0,4			
Nivo N / Level															
Nizak N / Low	24,4	21,7	13,6	16,9	17,3	14,2	10,8	7,6	5,3	11,0	6,6	4,9	20,0	23,3	18,9
Visok N High	25,0	22,4	16,2	18,7	17,6	15,4	13,2	7,8	7,4	13,5	6,6	6,9	24,7	24,0	21,3
Značajnost komponenti varijanse / Importance of variance components															
Nivo N (N) Level	ns	ns	*	*	ns	*	*	ns	**	ns	ns	**	**	ns	**
Sorta (G) Cultivar	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	*	*	ns	ns	ns
NxG	**	*	**	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Udeo komponenti varijanse (%) / Percentage of variance components															
Nivo N (N) Level	0,0	0,4	36,2	38,9	0,0	23,4	39,7	0,0	70,4	23,6	0,0	88,2	66,2	0,0	65,2
Sorta (G) Cultivar	6,1	53,3	4,9	0,0	28,4	53,1	19,0	68,4	4,2	24,5	53,3	7,6	4,5	0,0	11,8
NxG	90,5	19,8	56,3	56,3	28,4	16,1	38,1	20,1	15,1	50,0	37,7	3,5	27,4	93,8	10,9
Greška Error	3,4	26,5	2,6	4,8	43,2	7,4	3,2	10,5	10,3	1,9	7,0	0,7	1,9	6,2	12,1

*, ** Značajno na nivou / Important for level P=0,05 i P=0,01; ns, nema značajnosti / no importance

Koncentracija N u plevi 1995. godini bila je veća nego u slami (Tab.5). U našim istraživanjima utvrđena je znatno veća koncentracija N u slami ječma nego durum pšenice, gde je ona iznosila 2-5mgN gDM⁻¹ (Desai and Bhatia, 1978). U povoljnim uslovima koncentracija N u zrnu je zavisila od nivoa N, gde je 65% ukupnog variranja bilo pod uticajem ove komponente varijanse. Ustvari, prihrana N nakon bokorenja povećava koncentraciju N u zrnu bez obzira na agroekološke uslove proizvodnje. Koncentracija proteina u zrnu ne zavisi samo od količine N u zrnu nego i od ugljenih hidrata, tj. odnosa između C i N komponenti tokom nalivanja zrna (Cox et al., 1986). Prinos proteina zrna bio je u visokoj korelaciji sa prinosom zrna i biološkim prinosom, što je bilo i očekivano, dok nije postojala dosledna korelacija sa koncentracijom N u zrnu (podaci nisu prikazani). Cox et al. (1986) su utvrdili da su visoko-proteinske sorte ozime pšenice imale veću translokaciju i veću efikasnost translokacije nego nisko-proteinske sorte.

Zbog postojanja negativne korelacije, teško je istovremeno vršiti oplemenjivanje na visok prinos zrna i visoku koncentraciju N i proteina u zrnu. Imajući ovo u vidu mnogo je teže stvoriti sortu stočnog ječma visokog prinosa i visoke koncentracije proteina nego sortu pivskog ječma visokog prinosa i niskog sadržaja proteina. Međutim, u praksi visok sadržaj proteina u zrnu najveći je nedostatak sorti pivskog ječma u našim agroekološkim uslovima (Pržulj i sar., 1998). Ekološki uslovi proizvodnje, sa visokim temperaturama i deficitom vode tokom perioda nalivanja zrna, osnovni su razlozi dobijanja jarog ječma sa povećanim sadržajem proteina (Pržulj i sar., 1997). Navedeni ekološki činioci tokom druge polovine perioda nalivanja zrna u semiaridnim uslovima ne dozvoljavaju akumulaciju ugljenih hidrata, usled čega dolazi do smanjenja prinosa, ali istovremeno i povećanja koncentracije N. Selekcija genotipova koji efikasno iskorišćavaju pre cvetanja akumuliranu SM za nalivanje zrna ili selekcija genotipova dužeg trajanja zelene površine posle cvetanja bi mogla biti dva moguća modela oplemenjivanja jarog pivskog ječma za semiaridne uslove proizvodnje.

ZAKLJUČAK

Akumulacija suve materije i azota kod jarog ječma je pod kontrolom azota u zemljištu u povoljnim ekološkim uslovima, a pod kontrolom genotipa sorte u nepovoljnim uslovima. Obilna vegetativna masa u cvetanju nije uvek u korelaciji sa visokim prinosom zrna zbog disharmonije između održavanja vegetativne mase i porasta zrna tokom perioda nalivanja zrna.

Abiotički i biotički činioci koji dovode do stresa smanjuju akumulaciju ugljenih hidrata i azota, odnosno prinos zrna. Oplemenjivanje jarog ječma za semiaridne ekološke uslove može ići u pravcu selekcije genotipova efikasnije translokacije pre cvetanja akumuliranih asimilata ili efikasnije akumulacije suve materije tokom nalivanja zrna.

LITERATURA

- Austin, R.B., Edrich, J.A., Ford, M.A., Blackwell, R.D. (1977): The fate of the dry matter, carbohydrates and ^{14}C lost from the leaves and stems of wheat during grain filling. *Ann. Bot.*, 41: 1309-1321.
- Austin, R.B., Morgan, C.L., Ford, M.A., Blackwell, R.D. (1980): Contributions to grain yield from pre-anthesis assimilation in tall and dwarf barley phenotypes in two contrasting seasons. *Ann. Bot.*, 45: 309-319.
- Bell, C.J., Incoll, L.D. (1990): The redistribution of assimilate in field grown winter wheat. *J. Exp. Bot.*, 41: 949-960.
- Bidinger, F., Musgrave, R.B., Fischer, R.A. (1977): Contribution of stored preanthesis assimilate to grain yield in wheat and barley. *Nature*, 270: 731-733.
- Blum, A. (1998): Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilisation. *Euphytica*, 100: 77-83.
- Blum, A., Sinmena, B., Mayer, J., Golan, G., Shpiler, L. (1994): Stem reserve mobilisation supports wheat grain filling under heat stress. *Austral. J. Plant Physiol.*, 21: 771-781.
- Bulman, P., Smith, D.L. (1994): Post-heading uptake, retranslocation, and partitioning in spring barley. *Crop Sci.*, 34: 977-984.
- Carreck, N.L., Christian, D.G. (1991): Studies on the patterns of nitrogen uptake and translocation to grain of winter barley intended for malting. *Ann. Appl. Biol.*, 119: 549-559.
- Clarke, J.M., Campbell, C.A., Cutforth, H.W., De Pauw, R.M., Winkleman, G.E. (1990): Nitrogen and phosphorus uptake, translocation, and utilization efficiency of wheat in relation to environmental and cultivar yield and protein levels. *Can. J. Plant. Sci.*, 70: 965-977.
- Cox, M.C., Qualset, C.Q., Rains, D.W. (1985): Genetic variation for nitrogen assimilation and translocation in wheat. II. Nitrogen assimilation in relation to grain yield and protein. *Crop Sci.*, 25: 435-440.
- Cox, M.C., Qualset, C.O., Rains, D.W. (1986): Genetic variation for nitrogen assimilation and translocation in wheat. III. Nitrogen translocation in relation to grain yield and protein. *Crop Sci.*, 26: 737-740.
- Denmead, O.T., Freney, J.R., Simpson, J.R. (1976): A closed ammonia cycle within a plant canopy. *Soil Biol. Biochem.*, 8: 161-164.
- Desai, R.M., Bathia, C.R. (1978): Nitrogen uptake and nitrogen harvest index in durum wheat. *Euphytica*, 27: 561-566.
- Gallagher, J.N., Biscoe, P.V., Hunter, B. (1976): Effects of drought on grain growth. *Nature*, 264: 541-542.
- Gallagher, J.N., Biscoe, P.V., Scott, R.K. (1975): Barley and its environment. V. Stability of grain weight. *J. Appl. Ecol.*, 12: 319-336.
- Gaunt, R.E., Wright, A.C. (1992): Disease-yield relationship in barley. II. Contribution of stored stem reserves to grain filling. *Plant Pathol.*, 41: 688-701.

- Harper, L.A., Sharpe, R.R., Langdale, G.W., Giddens, J.E. (1987): Nitrogen cycling in a wheat crop: soil, plant and aerial nitrogen transport. *Agron. J.*, 79: 965-973.
- Heitholt, J.J., Croy, L.I., Maness, N.O., Nguyen, H.T. (1990): Nitrogen partitioning in genotypes of winter wheat differing in grain N concentration. *Field Crops Res.*, 23: 13-144.
- K hbauch, W., Thome, U. (1989): Nonstructural carbohydrates of wheat stems as influenced by sink-source manipulations. *J. Plan Physiol.*, 134: 243-250.
- L ffler, C.M., Rauch, T.L., Busch, R.H. (1985): Grain and plant protein relationships in hard red spring wheat. *Crop Sci.*, 25: 521-524.
- Papakosta, D.K., Gagianas, A.A. (1991): Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. *Agron. J.*, 83: 864-870.
- Pržulj, N., Momčilović, V., Mladenov, N., Marković, M. (1997): Effects of temperature and precipitation on spring malting barley yields. In: Jevtić, S., Pekić, S. (eds.): *Proc. Drought and plant production*, Lepenski Vir, Yugoslavia: 195-204.
- Pržulj, N., Dragović, S., Malešević, M., Momčilović, V., Mladenov, N. (1998): Comparative performance of winter and spring malting barleys in semiarid growing conditions. *Euphytica*, 101: 377-382.
- Pržulj, N., Momčilović, V. (2001a): Akumulacija suve materije i azota kod jarog ječma. *Arhiv za poljoprivredne nauke* 62: 216-217: 57-73.
- Pržulj, N., Momčilović, V. (2001b): Mobilizacija azota u periodu nalivanja zrna jarog ječma. *Arhiv za poljoprivredne nauke* 62: 218-219: 33-46.
- Rawson, H.M., Evans, L.T. (1971): The contribution of stem reserves to grain development in a range of wheat cultivars of different height. *Austral. J. Agric. Res.*, 22: 851-863.
- Roco, E., Mengel, K. (2000): Nitrogen losses from entire plants of spring wheat (*Triticum aestivum*) from tillering to maturation. *Eur. J. Agron.*, 13: 101-110.
- Schnyder, H. (1993): The role of carbohydrate storage and redistribution in the source-sink relations of wheat and barley during grain filling a review. *New Phytol.*, 123: 233-245.
- Spiertz, J.H.J. (1977): The influence of temperature and light intensity on grain growth in relation to the carbohydrate and nitrogen economy of the wheat plant. *Netherl. J. Agric. Sci.*, 25: 182-197.
- Spiertz, J.H.J., Ellen, J. (1978): Effects of nitrogen on crop development and grain growth of winter wheat in relation to assimilation and utilization of assimilates and nutrients. *Netherl. J. Agric. Sci.*, 26: 210-231.
- Stoy, V. (1965): Photosynthesis, respiration, and carbohydrate accumulation in spring wheat in relation to yield. *Physiol. Plant Suppl.*, 4: 1-125.
- Van Sanford, D.A., MacKown, C.T. (1987): Cultivar differences in nitrogen remobilization during grain fill in soft red winter wheat. *Crop Sci.*, 27: 295-300.
- Wardlaw, I.F., Porter, H.K. (1967): The redistribution of stem sugars in wheat during grain development. *Austral. J. Biol. Sci.*, 20: 309-318.

Wetselaar, R., Farquhar, G.D. (1980): Nitrogen losses from tops of plants Adv. Agron, 33: 263-302.
Zar, J.H. (1996): Biostatistical analysis. 3rd ed. Prentice-Hall: 285-305.

CONTRIBUTION OF PRE-ANTHESIS ASSIMILATES TO GRAIN YIELD AND NITROGEN CONTENT IN SPRING BARLEY

Pržulj, N., Momčilović, Vojislava, Đurić, Veselinka

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

SUMMARY

Growing kernel of barley (*Hordeum vulgare* L.) can be supplied with carbohydrate and nitrogen (N) from current assimilation or from translocation of pre-anthesis accumulated reserves, which are stored in the vegetative plant parts. This study was conducted to assess the contribution of pre-anthesis accumulated dry matter (DM) and N to grain yield and N content in spring barley. Eight spring barley cultivars were grown on a non-calcareous chernozem soil in three growing seasons (1995-1997) at Novi Sad (45°20' N, 15°51' E, 86 m asl) at two N levels- low and high N level. Pre-anthesis DM contributed to total DM at anthesis 44, 33, and 31% in 1995, 1996, and 1997, respectively. DM translocation occurred only in favorable growing conditions. The cultivars did not differ in vegetative DM at anthesis and maturity and yield. N accumulated at pre-anthesis represented 92, 68, and 51% at the low N level and 138, 76, and 54% of total N at maturity at the high N level in 1995, 1996, and 1997, respectively. Depending on the year and N level, translocated N across cultivars represented 34-171% of grain N. Nitrogen losses occurred when anthesis N exceeded 150 kg.ha⁻¹. Selection of genotypes with a higher ability of pre-anthesis reserve utilization or genotypes with efficient post-anthesis DM and N accumulation may be two possible solutions in spring barley breeding for semiarid growing conditions.

KEY WORDS: accumulation, dry matter, nitrogen, spring barley (*Hordeum vulgare* ssp. *distichum* L.), translocation